




REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e Comércio Exterior.
Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Diretoria de Patentes

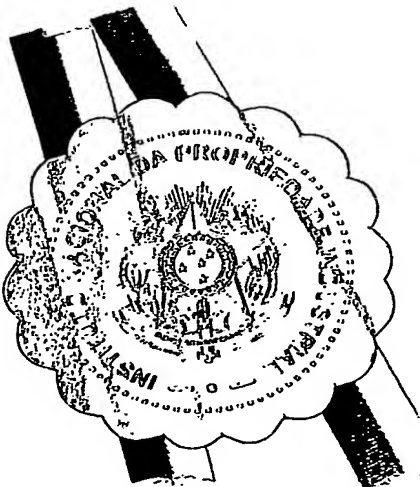
CÓPIA OFICIAL

PARA EFEITO DE REIVINDICAÇÃO DE PRIORIDADE

**O documento anexo é a cópia fiel de um
Pedido de Patente de invenção
Regularmente depositado no Instituto
Nacional da Propriedade Industrial, sob
Número PI 0303968-4 de 08/10/2003.**

Rio de Janeiro, 19 de Outubro de 2004.


GLÓRIA REGINA COSTA
Chefe do NUCAD
Mat. 00449119.



9501

DEINPI/SP
- 3 OUT 16 41 2003 004874

Protocolo
DEPÓSITO DE PATENTE

Número (21)

DEPÓSITO
Pedido de Patente ou de
Certificado de Adição



P10303968-4

depósito / /

e data de depósito)

Ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial:

O requerente solicita a concessão de uma patente na natureza e nas condições abaixo indicadas:

1. **Depositante (71):**
1.1. Nome: PIERRE KAUFMANN
1.2. Qualificação: brasileiro, físico
1.3. CGC/CPF: 004575908-15
1.4. Endereço completo: Rua Aibi, 42 - apto. 1102
São Paulo - SP
1.5. Telefone: ()
FAX: () ☐ continua em folha anexa

2. **Natureza:**
☒ 2.1 Invenção ☐ 2.1.1. Certificado de Adição ☐ 2.2 Modelo de Utilidade

Escreva, obrigatoriamente e por extenso, a Natureza desejada: **INVENÇÃO**

3. **Título da Invenção, do Modelo de Utilidade ou do Certificado de Adição (54):**
"SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E ESPACIAL"
☐ continua em folha anexa

4. **Pedido de Divisão** do pedido nº. ____ de ____/____/____.

5. **Prioridade Interna** - O depositante reivindica a seguinte prioridade:
Nº de depósito ____ Data de Depósito ____/____/____ (66)

6. **Prioridade** - o depositante reivindica a(s) seguinte(s) prioridade(s):

País ou organização de origem	Número do depósito	Data do depósito

☐ continua em folha anexa

7. **Inventor (72):**
() Assinale aqui se o(s) mesmo(s) requer(em) a não divulgação de seu(s) nome(s)
(art. 6º § 4º da LPI e item 1.1 do Ato Normativo nº 127/97)
- 7.1 Nome: PIERRE KAUFMANN
- 7.2 Qualificação: brasileiro, físico, CPF 004575908-15
- 7.3 Endereço: Rua Aibi, 42 - apto. 1102
- 7.4 CEP: 5054-010 7.5 Telefone ()

☐ continua em folha anexa

8. **Declaração na forma do item 3.2 do Ato Normativo nº 127/97:**

☐ em anexo

9. **Declaração de divulgação anterior não prejudicial (Período de graça):**
(art. 12 da LPI e item 2 do Ato Normativo nº 127/97):

☐ em anexo

10. **Procurador (74):**

- 10.1 Nome e CPF/CGC: Antonio Mauricio Pedras Arnaud
Brasileiro, Casado, advogado, OAB/SP nº 180.415
- 10.2 Endereço: Rua José Bonifácio, 93 - 7º, 8º e 9º andares - Centro
São Paulo - SP
- 10.3 CEP: 01003-901 10.4 Telefone (011) 3291-2444

11. **Documentos anexados (assinale e indique também o número de folhas):**
(Deverá ser indicado o nº total de somente uma das vias de cada documento)

X	11.1 Guia de recolhimento	1 fls.	X	11.5 Relatório descritivo	27 fls.
X	11.2 Procuração	1 fls.	X	11.6 Reivindicações	10 fls.
	11.3 Documentos de prioridade	fls.	X	11.7 Desenhos	3 fls.
	11.4 Doc. de contrato de Trabalho	fls.	X	11.8 Resumo	1 fls.
	11.9 Outros (especificar):				fls.
X	11.10 Total de folhas anexadas:				43 fls.

12. **Declaro, sob penas da Lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras**

São Paulo, 7 de outubro de 2003


Antonio M. P. Arnaud

Local e Data

Assinatura e Carimbo

"SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E ESPACIAL".

Campo da invenção

5 A presente invenção inova em relação a outros sistemas e processos espaciais por possibilitar a determinação da posição, trajetória e equação de movimento de plataforma situada em locais diferentes e discretos no espaço, por exemplo um satélite artificial determinando, ao mesmo tempo, posições de alvos no solo ou no espaço, a partir do conceito de correlação entre diferenças de tempo de propagação de sinais de rádio retransmitidos pela plataforma espacial e valendo-se de bases de referência geodésica na superfície da Terra. A invenção prescinde quaisquer processamentos a bordo do satélite requerendo 10 detectores e processadores simples nos alvos com posicionamento a determinar. A mesma plataforma espacial pode eventualmente ser utilizada também para comunicação de dados de posição dos alvos. 15

Histórico da invenção

20 Os sistemas e métodos para determinações de posições na superfície da Terra, para aplicações em topografia ou navegação, vêm sendo desenvolvidos ao longo dos séculos utilizando-se de recursos de tecnologia e de cálculo disponíveis nas épocas correspondentes. Os grandes avanços tecnológicos verificados no século passado permitiram a 25 introdução de sistemas com uso de instrumentos cada vez mais sofisticados, como melhores teodolitos, melhor precisão de relógios, e melhor conhecimento das pequenas variações nos movimentos de rotação do planeta, destacando-se técnicas de determinação remota, com uso de ondas 30 eletromagnéticas, particularmente nas faixas de rádio, infra-vermelho e visível.

A grandes distâncias, centenas a milhares de quilômetros, não se pode mais fazer contacto ou ligação direta visual 35 entre uma base de referência e os alvos com posição a determinar. Novas tecnologias foram desenvolvidas para determinações geográficas à distância, seja para alvos na

superfície da Terra, ou na sua atmosfera. Para alvos móveis podem ser determinados os seus deslocamentos, quando for o caso, procedendo-se a sua navegação remota.

Nos anos 50 a 80 foram muito utilizados sistemas de posicionamento geográfico fazendo uso de transmissões de ondas de rádio muito longas, emitidas em muito baixas frequências, (VLF: Very Low Frequencies, definidas na faixa de 10 a 30 kHz, tipicamente), ou em baixas frequências (LF: low frequencies, tipicamente no entorno de 100 kHz), por transmissores situados em posições geodésicas muito bem determinadas, constituindo os sistemas denominados Omega e Loran-C, respectivamente. Estas redes tinham cobertura mundial permitindo o posicionamento aproximado para navegação terrestre, marítima e aérea com precisão de 5 a 15 km, a milhares de quilômetros dos transmissores fixos. A precisão dos métodos fazendo uso de VLF ou LF depende da hora do dia, da estação do ano, e da atividade solar e geomagnética. Estes métodos restringem-se a localização apenas, requisitando outros meios de comunicação para transmitir os dados referentes às posições para os centros processadores das informações para monitoramento e navegação. Existem várias referências bibliográficas descrevendo estes sistemas e processos, destacando-se o livro "VLF Radio Engineering", por A.D. Watt, Pergamon Press, Oxford, Inglaterra, 1967; os artigos "The propagation of low and very low frequencies radiowaves", por T.B. Jones, NATO/AGARD Lecture Series no. 93, USA, 1978, e "Omega navigation system user guide", por N.F. Herbert, documento do U.S. Navy, Washington, DC, USA, 1978. A partir dos anos 80 novos sistemas de posicionamento geográfico foram sendo implantados fazendo uso de ondas de rádio utilizando-se de satélites artificiais. Um desses sistemas baseia-se no desvio em frequência, conhecido por efeito Doppler, de rádio transmissões efetuadas pelo alvo, ou plataforma com posição a determinar, causado pelo movimento do satélite em relação ao alvo, comparado aos efeitos Doppler de transmissões de balizas de posição

conhecida no solo. O sistema utiliza satélites em órbita baixa e requer processamento da composição dos efeitos Doppler para determinar a posição do alvo. Para cada determinação são necessárias algumas medidas em posições diferentes do satélite. A comunicação das posições processadas na base central aos usuários requer a utilização de sistema independente de comunicações. As precisões são da ordem de metros, podendo chegar a dezenas de centímetros. Existem muitas referências descritivas desta técnica de localização, como "A review of geodetic and geodynamic satellite Doppler positioning", por J. Kouba, em "Navigation: Land, Sea, Air & Space", editado por M. Kayton, IEEE Press, New York, USA, 1990, p.44, e outras aplicadas ao sistema de satélites ARGOS, cujos serviços são prestados com apoio das agências espaciais francesa CNES e norte-americanas NASA e NOAA, descritos no ARGOS User's Manual, Service Argos Inc., www.argosinc.com, e ao sistema de satélites DORIS, descritos por exemplo nos anais do evento do CNES "Doris-Days", Toulouse, França, 2-3 de maio de 2000, em "Impact of the Doris precise orbit determination system on climate change studies", por P. Vincent et al., 52o. Congresso Astronáutico Internacional, Toulouse, França, 1-5 de outubro de 2001, ou na página de internet http://www-aviso.cls.fr/html/faq/doris_uk.html. Outro sistema de posicionamento de extensa utilização na atualidade se baseia em triangulações em relação a sinais de rádio de vários satélites presentes simultaneamente acima do horizonte, e cujas efemérides e posições são muito bem conhecidas, além de serem constantemente atualizadas. O sistema mais bem sucedido e conhecido é o "Global Positioning System", GPS, do Departamento de Defesa dos U.S.A., constituído por 27 satélites em órbitas com 12 horas de translação. Os alvos são passivos, apenas recebem os sinais dos diferentes satélites, processando sua posição com dados das efemérides dos satélites e programas instalados. As precisões são de metros a dezenas de centímetros, podendo chegar a centímetros em aplicações

7

08

5 militares. Para transmissão dos dados de posição para
usuário externo, é necessário utilizar outra rede
independente de telecomunicações. Existem muitas
referências bibliográficas sobre este sistema, destacando-
se o livro "Guide to GPS Positioning", editado por D.
Wells, Canadian GPS Association, N. Brunswick, Canadá,
1987; "Satellite data management in DoD NAVSTAR GPS
receivers", por B.K. Cariveau e K.L. Therkelsen, em
10 "Navigation: Land, Sea, Air & Space", editado por M.
Kayton, IEEE Press, New York, USA, 1990, p. 120;
"Differential GPS navigation", por S.P. Teasey et al. em
"Navigation: Land, Sea, Air & Space", editado por M.
Kayton, IEEE Press, New York, USA, 1990, p. 131, "The
Global Positioning System - GPS Primer" por The Aerospace
15 Corporation, Los Angeles, CA, USA, Agosto de 1997. As redes
e processos usando satélites para geoposicionamento, acima
mencionados são controlados por agências estatais ou
grandes empresas. Utilizam satélites bastante sofisticados,
como no caso dos sistemas fazendo uso do efeito Doppler, a
20 extremamente elaborados como os satélites NAVSTAR da
constelação GPS. Estas opções requerem sistemas
independentes para comunicação de dados de
geoposicionamento e navegação para estações centrais de
controle ou monitoramento. Os custos dos serviços
25 independentes de telecomunicação acabam representando
fração importante no orçamento total do custo operacional
destes sistemas.

30 Um sistema alternativo de localização geográfica no solo,
foi proposto fazendo uso de sinais de rádio emitidos de
bases de referência e de alvos a partir do solo
retransmitidos no espaço por refletores efêmeros, como
trilhas ionizadas de meteoros na atmosfera terrestre, tendo
sido objeto de Patente de Invenção PI9101270-8, depositada
por Pierre Kaufmann em 25.03.1991, e Certificado de Adição
35 C19101270-8, depositado em 17.05.2002, estendendo as
reflexões dos sinais no espaço para quaisquer tipos de
transceptores, transportados por avião, balão ou satélites.

09

Esta invenção, no entanto, requer transmissões em pelo menos duas bases de referência, não prevê nem descreve os processos e as etapas necessárias para permitir a determinação de posições geográficas. Com este sistema e processo não é possível obter a determinação parcial ou total da trajetória ou órbita do dispositivo de reflexão ou retransmissão de sinais no espaço.

Objetivos da invenção

É um objetivo da presente invenção prover um sistema e um processo de posicionamento geográfico e espacial que permita determinar posições, trajetórias ou órbitas de plataformas espaciais.

É um outro objetivo da presente invenção prover um sistema e um processo tal como acima citado e que permita também determinar a localização geográfica e espacial de alvos na superfície da Terra ou acima desta.

Sumário da invenção

Este e outros objetivos são alcançados através de um sistema de posicionamento geográfico e espacial compreendendo: uma primeira, uma segunda e uma terceira base fixa com relação à Terra, distanciadas e desalinhadas entre si, cada uma tendo sua localização previamente conhecida; uma plataforma espacial, visível pelas bases fixas e deslocando-se para posições sucessivas, em função do tempo, segundo uma trajetória inclinada em relação ao eixo de giro da Terra; um transmissor operativamente associado a cada uma das partes de bases fixas e à plataforma espacial, de modo a emitir pulsos, em uma determinada frequência, cada um em um instante temporal de referência predeterminado; um receptor operativamente associado a cada base fixa e ao transmissor, de modo a receber ditos pulsos em uma trajetória cobrindo a distância entre a plataforma espacial e a base fixa associada ao receptor; uma unidade de controle operativamente conectada ao transmissor e ao receptor, de modo a calcular, para cada instante de emissão de pulsos, as arestas laterais de um tetraedro com vértices definidos pelas três bases fixas e

pela plataforma espacial, a partir da determinação do tempo de propagação de cada pulso, na dita trajetória, entre a plataforma espacial e cada base fixa, de modo a permitir a determinação de uma respectiva extensão da trajetória da plataforma espacial, enquanto esta for visível pelas bases fixas.

O sistema em questão compreende também, em um alvo de posição geográfica a ser determinada e em relação ao qual a plataforma espacial é visível: um receptor recebendo os pulsos emitidos pelo transmissor, retransmitidos pela plataforma espacial e estando operativamente conectado à unidade de controle; sendo que dita unidade de controle calcula um segmento de reta unindo, ao alvo, a plataforma espacial, de modo a permitir a determinação da posição do dito alvo através da intersecção sucessiva de múltiplos lugares geométricos esféricos, cada um sendo representado por uma esfera, sendo que pelo menos três de ditas esferas apresentam centro na plataforma espacial e raio correspondente ao segmento de reta definido entre dita plataforma espacial e o alvo em um determinado instante, sendo o número de intersecções de lugares geométricos esféricos aqueles suficientes para determinar um único ponto representativo da posição do alvo.

A precisão na localização de alvos obtida com o sistema em questão é comparável àquelas conseguidas por outros sistemas fazendo uso de satélites, podendo chegar a 10 metros no início, melhorando para 1 metro ou menos à medida que a trajetória da plataforma espacial utilizada for ficando mais bem determinada com número maior de determinações, o que é obtido fazendo uso do sistema aqui descrito.

A presente invenção provê também um processo de posicionamento geográfico e espacial compreendendo as etapas de: a- prover uma primeira, uma segunda e uma terceira base fixa com relação à Terra, distanciadas e alinhadas entre si, cada uma tendo sua localização previamente conhecida; b- prover uma plataforma espacial,

visível pelas bases fixas e deslocando-se para posições sucessivas, em função do tempo, segundo uma trajetória inclinada em relação ao eixo de giro da Terra; c- prover um transmissor, operativamente associado a cada uma das partes de bases fixas e de plataforma espacial, de modo a emitir pulsos, em uma determinada frequência, cada um em um instante temporal de referência predeterminado; d- prover um receptor operativamente associado a cada base fixa e ao transmissor, de modo a receber ditos pulsos em uma trajetória cobrindo a distância entre a plataforma espacial e a base fixa associada ao receptor; e- prover uma unidade de controle operativamente conectada ao transmissor e ao receptor, de modo a calcular, para cada instante de emissão de pulsos, as arestas laterais de um tetraedro com vértices definidos pelas três bases fixas e pela plataforma espacial, a partir da determinação do tempo de propagação de cada pulso, na dita trajetória, entre a plataforma espacial e cada base fixa, de modo a permitir a determinação de uma respectiva extensão da trajetória da plataforma espacial, enquanto esta for visível pelas bases fixas.

O processo de determinação geográfica e espacial da presente invenção compreende também, para determinação da posição de um alvo, as etapas adicionais de:- prover, em um alvo, um receptor operativamente associado ao transmissor, de modo a receber ditos pulsos em uma trajetória cobrindo a distância entre a plataforma espacial e dito alvo e à unidade de controle; sendo que dita unidade de controle calcula um segmento de reta unindo, ao alvo, a plataforma espacial, de modo a permitir a determinação da posição do dito alvo através da intersecção sucessiva de múltiplos lugares geométricos esféricos, cada um sendo representado por uma esfera, sendo que pelo menos três de ditas esferas apresentam centro na plataforma espacial e raio correspondente ao segmento de reta definido entre dita plataforma espacial e o alvo em um determinado instante, sendo o número de intersecções de lugares geométricos

esféricos aqueles suficientes para determinar um único ponto representativo da posição do alvo.

A presente invenção apresenta procedimentos necessários para superar as indeterminações inerentes ao sistema de geolocalização conhecidos da técnica, fazendo uso de refletores ou transdutores no espaço, podendo ser estendido para alvos localizados acima da superfície da Terra.

A mesma plataforma espacial utilizada para obter posicionamentos no solo e no espaço pode ser também utilizada para comunicação e disseminação de dados entre alvos, entre estes e a estação processadora de posições, quando for o caso, e vice-versa, permitindo a opção de inteira autonomia, sem depender necessariamente de outros meios de comunicação.

15 Breve descrição dos desenhos

A seguir a invenção será descrita com base nos desenhos em anexo, onde:

A figura 1 representa, esquematicamente, uma vista em perspectiva de uma secção da superfície da Terra, representada por um triângulo esférico e uma plataforma espacial, indicando as relações de distância entre estes, o centro da Terra e lugares geométricos de posições sobre e acima da superfície esférica da Terra a serem determinadas com a presente solução;

25 A figura 2 representa, esquematicamente, uma vista em corte diametral da Terra, na região de posicionamento da plataforma espacial, indicando lugares geométricos na superfície da Terra e no espaço, de alvos a terem sua posição a ser determinada com a presente solução;

30 A figura 3 representa, esquematicamente, parte da trajetória da plataforma espacial e localização de lugares geométricos de alvos acima e na superfície da Terra, obtidos a partir do sistema e processo da presente invenção; e

35 A figura 4 representa, esquematicamente, um diagrama em blocos de uma configuração para o sistema da presente solução, indicando algumas das relações entre os elementos

constituintes deste sistema.

Descrição da configuração ilustrada

Os resultados propostos por esta invenção são obtidos por um sistema constituído por pelo menos três bases fixas com relação à Terra e, por exemplo, localizadas na superfície desta, sendo uma primeira base fixa A, uma segunda base fixa B e uma terceira base fixa C distanciadas e desalinhadas entre si e tendo, cada uma, sua respectiva posição geográfica bem determinada, dito sistema compreendendo também: uma plataforma espacial S, visível pelas primeira, segunda e terceira bases fixas A, B, C e deslocando-se para posições sucessivas, em função do tempo, segundo uma trajetória inclinada em relação ao eixo de giro da Terra; um transmissor 1 operativamente associado a cada uma das partes de primeira, segunda e terceira bases fixas A, B, C e à plataforma espacial S, de modo a emitir pulsos, em uma determinada frequência, cada um em um instante temporal de referência predeterminado; um receptor 2, operativamente associado a cada base fixa A, B, C e ao transmissor 1, de modo a receber ditos pulsos em uma trajetória cobrindo a distância entre a plataforma espacial S e a base fixa A, B, C associada ao receptor 2; e uma unidade de controle 3, operativamente conectada ao transmissor 1 e ao receptor 2, de modo a calcular, para cada instante de emissão de pulsos, as arestas laterais de um tetraedro com vértices definidos pelas três bases fixas A, B, C e pela plataforma espacial S, a partir da determinação do tempo de propagação de cada pulso, na dita trajetória, entre a plataforma espacial S e cada base fixa A, B, C, de modo a permitir a determinação de uma respectiva extensão da trajetória da plataforma espacial S, enquanto esta for visível pelas bases fixas A, B e C (figura 1).

As transmissões das bases fixas A, B e C à plataforma espacial S são, por exemplo, na faixa de ondas de rádio e podem ser realizadas na mesma frequência ou em frequências diferentes, transportando os dados de forma codificada.

Em uma opção construtiva da presente invenção, a ser descrita adiante, a primeira base fixa A compreende um transmissor 1, sendo que cada uma das primeira, segunda e terceira bases fixas A, B e C é provida com um respectivo receptor 2 e, por exemplo, um respectivo relógio de precisão 4, ditos relógios sendo sincronizados entre si.

Nesta construção o transmissor 1 emite pulsos, em uma determinada frequência, cada um em um instante temporal de referência predeterminado e contendo identificação da referida primeira base fixa A e do instante de tempo de emissão de dito pulso, cada pulso sendo transmitido para todas as bases fixas A, B, C a partir de um dispositivo de comunicação 5 provido na plataforma espacial S.

Em uma outra variante construtiva da presente solução, a segunda base fixa B é provida de um outro transmissor, cujo pulso é recebido em um outro receptor provido na terceira base fixa C. Nesta variante, a primeira base fixa A é, por exemplo, desprovida de receptores.

Nesta variante construtiva, o outro transmissor, instalado na segunda base fixa B, emite pulsos, em uma determinada frequência, cada um no mesmo instante temporal de referência predeterminado de cada pulso emitido pelo transmissor 1 provido na primeira base fixa A e contendo identificação da segunda base fixa B e do instante de tempo de emissão de dito pulso. Neste caso, o outro receptor, provido na terceira base fixa C, recebe e identifica os pulsos enviados pela segunda base fixa B e transmitidos pela plataforma espacial S e a unidade de controle 3 calcula, para cada instante de emissão de pulsos da primeira e da segunda base fixa B, C, as arestas laterais de um tetraedro com três vértices definidos pelas três bases fixas A, B, C e com um quarto vértice definido pela plataforma espacial S, a partir das diferenças de tempo entre o instante da emissão de um pulso da primeira base fixa A e sua recepção nesta, na segunda e na terceira base fixa B, C, respectivamente e da diferença de tempo entre a emissão do pulso da segunda base fixa B e sua recepção na

terceira base fixa C, de modo a permitir a determinação de uma respectiva extensão da trajetória da plataforma espacial S, enquanto esta for visível pelas bases fixas.

Em uma opção construtiva da presente solução, o dispositivo de comunicação 5 é definido por um transceptor.

Como as bases fixas podem ocupar diferentes condições de primeira, segunda e terceira base fixa, em função do deslocamento da plataforma espacial S, em uma opção de realização da presente invenção, todas as bases fixas A, B, C são providas com os mesmos constituintes do sistema em descrição.

Com este sistema de posicionamento assim constituído é possível a determinação de extensões de trajetória da plataforma espacial S, enquanto esta for visível simultaneamente por cada três bases fixas A, B e C, assim como a equação de movimento de dita plataforma espacial S. De acordo com uma opção construtiva da presente invenção, ilustrada na figura 4, cada uma da primeira, segunda e terceira base fixa A, B e C apresenta uma respectiva unidade de controle 3, auxiliar, definindo um respectivo outro dispositivo de comunicação, conforme descrito adiante, e que calcula as ditas diferenças de tempo acima citadas. Nesta opção construtiva, cada unidade de controle 3 faz a leitura de um respectivo relógio de precisão 4, comanda e coordena o envio de informações a um meio de comunicação e memoriza, compara e processa os dados recebidos pelos respectivos receptores 2 das correspondentes bases fixas A, B, C. Nesta configuração é provido também uma unidade de controle 3, central, que recebe os dados das bases fixas A, B e C.

Além da determinação de extensões de trajetória para a plataforma espacial S, o sistema da presente solução possibilita a determinação geográfica e espacial de alvos 7, em relação aos quais a plataforma espacial S é visível.

Para esta determinação de posicionamento, cada alvo P compreende: um receptor 2 recebendo os pulsos emitidos pelo transmissor 1, retransmitidos pela plataforma espacial S e

estando operativamente conectado à unidade de controle 3, a qual calcula, para cada pulso recebido do transmissor 1, um segmento de reta unindo, ao alvo P, a plataforma espacial S, de modo a permitir a determinação da posição do dito alvo P através da intersecção sucessiva de múltiplos lugares geométricos esféricos LE, cada um sendo representado por uma esfera, sendo que pelo menos três de ditas esferas apresentam centro na plataforma espacial S e raio correspondente ao segmento de reta definido entre dita plataforma espacial S e o alvo P, em um determinado instante, sendo o número de intersecções de lugares geométricos esféricos LE, aqueles suficientes para determinar um único ponto representativo da posição do alvo P.

De acordo com o sistema da presente invenção, os lugares geométricos esféricos LE devem ser em número suficiente para definirem um círculo na primeira intersecção, dois pontos neste círculo na segunda intersecção e um único ponto no espaço na terceira intersecção e que define, de forma precisa, a posição de um respectivo alvo P.

O posicionamento geográfico e espacial da presente invenção é obtido de acordo com o processo tal como descrito a seguir.

De acordo com uma forma de realização da presente invenção, em um primeiro e determinado instante ou tempo de referência, a primeira base fixa A transmite sua identificação codificando sua transmissão, por exemplo, através de um pulso.

Este pulso é recebido pelo dispositivo de comunicação 5, provido na plataforma espacial S, que os retransmitem na direção das bases fixas e de cada alvo P, na mesma ou em outras frequências. O pulso oriundo da primeira base fixa A retransmitido pelo dispositivo de comunicação 5 é recebido pela primeira, pela segunda e pela terceira base fixa A, B, C.

A unidade de controle 3, por exemplo central, compara o primeiro tempo de referência recebido da primeira base fixa

A, com o tempo atual nas respectivas bases fixas A, B, C, definindo diferenças de tempo correspondentes ao tempo de propagação do pulso da primeira base fixa A, retransmitido pela plataforma espacial S, até a primeira, a segunda e a
 5 terceira base fixa A, B, C. As três diferenças de tempo, correspondendo aos respectivos tempos de propagação, permitem determinar o citado tetraedro com vértices na plataforma espacial S e nas três bases fixas no solo A, B, C.

- 10 Em uma outra variante construtiva, em cada mesmo tempo de referencia, a segunda base fixa B transmite, simultaneamente, um pulso codificado com o tempo de sua emissão e com a identificação de dita segunda base fixa B. Estes pulsos são recebidos pelo dispositivo de comunicação
 15 5 provido na plataforma espacial S, que os retransmitem na direção das bases fixas e dos alvos 7, na mesma ou em outras frequências. O pulso codificado oriundo da primeira base fixa A, retransmitido pelo dispositivo de comunicação 5 é recebido pela segunda e pela terceira base fixa B, C.
- 20 A unidade de controle 3, por exemplo, central compara o primeiro tempo de referência recebido da primeira base fixa A, com o tempo atual nas respectivas bases fixas B, C, definindo diferenças de tempo correspondentes ao tempo de propagação do pulso da primeira base fixa A, retransmitido
 25 pela plataforma espacial S, até a segunda e a terceira base fixa B, C. A terceira base fixa C recebe o pulso da segunda base fixa B, retransmitido pela plataforma espacial S, dita informação sendo encaminhada para a unidade de controle 3, que compara o primeiro tempo de referência recebido da
 30 segunda base fixa B, com o tempo atual na terceira base fixa C, definindo a diferença de tempo correspondente ao tempo de propagação do pulso da segunda base fixa B, retransmitido pela plataforma espacial S, até a terceira base fixa C. As três diferenças de tempo, correspondendo
 35 aos respectivos tempos de propagação, permitem determinar o citado tetraedro com vértices na plataforma espacial S e nas três bases fixas no solo.

A solução do tetraedro, com todas suas arestas sendo conhecidas, permite a determinação da altura da plataforma espacial S, para o instante codificado nos pulsos emitidos no primeiro instante transmitidos pela primeira base fixa A e pela segunda base fixa B, em relação ao plano definido pelas três bases fixas, por exemplo, no solo. As alturas da plataforma espacial S em relação à superfície ou ao centro da Terra são derivadas por procedimentos geométricos e algébricos bem conhecidos. Determinações sucessivas da posição da plataforma espacial S, em instantes sucessivos, permitem determinar a sua trajetória, ou a sua órbita, quando dita plataforma espacial S for um satélite artificial.

Com relação à determinação da posição de cada alvo P, para pulsos transmitidos em determinado primeiro instante, a distância calculada entre a plataforma espacial S e cada alvo P descreve um lugar geométrico no espaço representado por uma esfera, com centro na plataforma espacial S, cuja superfície contém o alvo P e intercepta a superfície da Terra, adotada como aproximadamente esférica com o raio de curvatura conhecido na região onde são tomadas as medidas, descrevendo um círculo na sua superfície. A determinação unívoca da posição de cada alvo P em questão é obtida através de medidas sucessivas em instantes diferentes, preferentemente em breve sequência, produzindo lugares geométricos deslocados cujas intersecções definirão um só ponto que será a posição de um determinado alvo P. Esta solução unívoca será possível somente sob a condição de que a trajetória da plataforma espacial S não seja uma reta no espaço e que sua projeção sobre a superfície da Terra não seja retilínea.

O sistema e processo de posicionamento da presente invenção permite o conhecimento independente da trajetória ou órbita da plataforma espacial S e sua equação de movimento, permitindo também o posicionamento de cada alvo P sem necessidade de processar novamente os dados das bases fixas de referência a cada determinação.

Retardos temporais sistemáticos instrumentais podem ser causados, por exemplo, pelo transceptor da plataforma espacial S na retransmissão dos pulsos de referência enviados pelas bases fixas, ou por efeitos residuais de propagação. Estes retardos podem causar desvios nos tempos e propagação; os quais podem ser determinados com a utilização de uma quarta base fixa, não ilustrada, de referência, com posição geodésica bem conhecida. Neste caso os atrasos temporais sistemáticos a serem determinados serão inferidos com a realização dos procedimentos acima descritos para um alvo P, de referência, com posição conhecida.

Os posicionamentos podem se estender a alvos situados de centenas a milhares de quilômetros da plataforma, dependendo dos ganhos e potências utilizadas nos transceptores.

As medidas obtidas para determinação das posições dos alvos 7 podem ser processadas em uma unidade de controle 3 central, que os recebe através de um meio de comunicação ou transporte de dados. Quando a trajetória e equação de movimento da plataforma espacial S estiverem bem estabelecidas, fazendo uso do próprio sistema e processo aqui descritos, o processamento dos dados para a determinação de posições pode, por exemplo, ser efetuado no próprio alvo P, por uma unidade de controle 3 provida neste.

Em uma outra configuração possível pela presente solução, adotando a retransmissão dos pulsos recebidos das bases fixas de referência pelos alvos 7, suas posições podem ser determinadas remotamente, podendo, neste caso, prescindir relógios de precisão e comparações de tempo nos alvos 7, a partir da determinação da equação de movimento da plataforma espacial S e do conhecimento do tempo de comunicação entre o alvo a ter seu posicionamento determinado e uma unidade de controle 3 remota a este alvo P.

A Figura 1 mostra uma secção da superfície da Terra,

representada por um triângulo esférico T , com raio igual ao raio de curvatura da Terra, centrado em O e cujos vértices situam-se nas três bases fixas A , B e C com posições geodésicas bem conhecidas, as quais também definem um plano.

A figura 2 ilustra a interseção de um primeiro lugar geométrico esférico $LE1$, com raio na plataforma espacial S , que é o lugar geométrico de todas as soluções possíveis no espaço, centrada na plataforma espacial S , com um segundo lugar geométrico esférico $LE2$, com raio no centro O , da Terra e que define uma primeira intersecção circular $IC1$, que é o lugar geométrico de todas as soluções possíveis na superfície da Terra.

O sistema concebe transmissão de ondas eletromagnéticas - como por exemplo em rádio-frequências - por uma, duas ou todas as bases fixas, retransmitidos pela plataforma espacial S , recebidos por duas ou três das bases fixas, quando também a base fixa que emitiu recebe um sinal retransmitido pela plataforma S , e pelo alvo P . As rádio-transmissões poderão ser feitas numa só ou em diferentes frequências, continuamente ou por pulsos, de acordo com as tecnologias escolhidas para a codificação dos dados transmitidos e recebidos. Estas tecnologias são conhecidas e sua escolha não é objeto da presente invenção.

De acordo com uma forma de realização da presente invenção, a trajetória da plataforma espacial S é determinada a partir da determinação das arestas e da altura do tetraedro anteriormente descrito, para um número de posições de dita plataforma espacial S em função do tempo, já que para cada intervalo de tempo considerado, o sistema em questão determina uma respectiva extensão da trajetória da plataforma espacial S . Em um primeiro e determinado instante, aqui convencionado de t_1 , o dito tetraedro tem suas arestas e sua altura determinada com a transmissão pela primeira base fixa A do seu código de identificação com um instante $t_1(A)$. Estes dados, transportados por sinais modulados ou pulsos, são recebidos pela plataforma

S, que os retransmitem para as três bases fixas A, B, C, onde são processadas as diferenças de tempo entre o instante da chegada do sinal codificado com o instante $t_1(A)$ e o tempo local dado pelos relógios das bases fixas, $\Delta AA(t_1)$, $\Delta AB(t_1)$ e $\Delta AC(t_1)$, nas primeira, segunda e terceira bases fixas A, B e C respectivamente. Estas três diferenças de tempo são enviadas à unidade de controle 6, onde são processadas para determinar as arestas do tetraedro definidas por AS, BS e CS, para o instante t_1 , a partir do que é calculada a altura de dito tetraedro, indicada na figura 1 pelo segmento SS' , perpendicular ao plano que contem as bases fixas A, B e C. O segmento SS' é a única solução existente para o instante das medidas e, a partir da sua determinação, a altura da plataforma espacial S sobre a superfície da Terra é calculada. A trajetória da plataforma espacial S é estabelecida com a determinação sucessiva das arestas e altura dos novos tetraedros obtidos para um número de posições da plataforma espacial S em função do tempo. Para cada medida determina-se o segmento unindo a plataforma espacial S ao alvo P, cujas soluções descrevem um lugar geométrico esférico, no espaço, com centro na plataforma espacial S, que intercepta a superfície da Terra formando um círculo indicado na Figura 2, centrado em S'' e define uma intersecção circular, que fica na intersecção do eixo unindo a plataforma espacial S ao centro da Terra O.

No primeiro instante o pulso emitido pela primeira base A, $t_1(A)$, retransmitido pelo transceptor a bordo da plataforma espacial S, é recebido pelo alvo P que, por exemplo, determina a diferença do mesmo instante gravado pelo relógio de precisão 1^a de dito alvo P, $\Delta AP(t_1)$, antes de enviar esta informação à unidade de controle 3, por exemplo, aquela central, determinando o segmento de reta unindo a plataforma espacial S ao alvo P, para o referido instante t_1 . A localização do alvo na superfície da Terra com apenas uma medida apresenta indeterminação, podendo estar situada em qualquer posição na superfície de uma

esfera LE1 como ilustrado na Figura 2, ou no círculo IC1, que é a intersecção da esfera com a superfície da Terra. Conforme já descrito, medidas sucessivas são necessárias para levantar a indeterminação e definir univocamente a
5 posição geográfica do alvo P..

A figura 3 exemplifica o procedimento de localização geografia e espacial da presente invenção, no caso particular de um alvo P sobre a superfície da Terra, mostrando a projeção dos instantes das medidas, das
10 posições correspondentes da plataforma espacial S e os lugares geométricos circulares IC correspondentes à intersecção do segmento de reta unindo o alvo P à plataforma espacial S com a superfície da Terra.

De acordo com o ilustrado, a intersecção circular para um
15 primeiro instante de tempo t_1 é representado, na Figura 3, por IC1, para uma projeção $S(t_1)$ da plataforma espacial S, no solo, para o dito primeiro instante de tempo t_1 . Para um segundo instante de tempo t_2 , preferencialmente em seguida e muito próximo ao primeiro instante de tempo t_1 , a
20 plataforma espacial S moveu-se para outra posição de projeção $S(t_2)$, definindo uma segunda intersecção circular IC2, deslocado na superfície da Terra com relação à primeira intersecção circular IC1 e que intercepta o primeiro lugar geométrico IC1 em dois pontos. Para um
25 terceiro instante de tempo t_3 , preferencialmente em seguida e muito próximo ao segundo instante de tempo t_2 , a plataforma espacial S moveu-se para uma terceira posição de projeção $S(t_3)$, definindo uma terceira intersecção circular IC3, que intercepta a intersecção circular IC2 anterior em
30 somente um dos dois pontos de intersecção anteriormente definidos determinando, de forma unívoca, uma posição geográfica na superfície da Terra. Para cada instante de tempo a determinação de uma respectiva intersecção circular IC é obtida em função da determinação de um respectivo
35 tetraedro, tal como já descrito anteriormente. Uma condição necessária para que apenas uma solução seja encontrada para a posição geográfica de cada alvo P sobre a superfície é

que a projeção da trajetória da plataforma espacial S na superfície da Terra, durante a realização de medidas, não seja retilínea. Esta condição é atendida para plataformas espaciais S transportadas por satélites artificiais apresentando determinada inclinação orbital que não seja a equatorial, devido a resultante dos deslocamentos do satélite com o tempo e o movimento diurno da Terra em relação ao alvo P.

Para alvos 7. situados acima da superfície da Terra, no espaço, a primeira medida no instante t_1 determina posições possíveis na superfície de uma esfera, tendo como centro a posição da plataforma S e, como raio, o segmento de reta entre a plataforma espacial S e o alvo P. Neste caso, mais três medidas sucessivas semelhantes às anteriores são necessárias, para definir univocamente a posição, no espaço, do alvo P. Para cada instante de tempo é definido um lugar geométrico esférico e um intersecção circular no espaço, sendo necessários, neste caso, de medidas em um quarto instante de tempo t_4 , de modo a definir neste uma quarta esfera determinando um quarto lugar geométrico esférico LG e um quarta intersecção circular IC que intercepte um intersecção circular IC anterior em apenas um ponto comum correspondendo a posição do alvo P. Para a realização destes procedimentos as quatro posições da plataforma espacial S não podem estar numa reta. Para a realização destas determinações e cálculos são utilizados procedimentos geométricos e algébricos bem conhecidos.

Atrasos sistemáticos solados às leituras das diferenças de tempo Δt , causados pela eletrônica no transceptor a bordo da plataforma espacial S, devem ser conhecidos para a aplicação do sistema e processo objetos da presente invenção. Estes atrasos poderão ser determinados com precisão suficiente com aplicação do próprio sistema, utilizando-se uma quarta base fixa (não ilustrada), de posição geodésica bem conhecida, cujas coordenadas serão reproduzidas com a introdução dos atrasos instrumentais corretos.

Com o conhecimento da trajetória ou órbita da plataforma espacial S e sua equação de movimento, o sistema e processo de posicionamento em descrição possibilitam opção de processamento dos dados no próprio alvo P para determinar sua posição.

Em uma opção construtiva da presente invenção, a determinação de posições do alvo P pode ser realizada sem a necessidade de se prover em cada alvo P, um relógio de precisão 1, calculando-se as diferenças de trajetos de propagação para cada medida e posição da plataforma, com o conhecimento da equação de seu movimento fazendo uso deste mesmo sistema, a partir de procedimentos matemáticos conhecidos, processando-se as diferenças de tempo somente na unidade de controle 3, central, conhecendo-se os tempos tomados para envio dos dados do alvo P a dita unidade de controle 3.

A Figura 4, em anexo, apresenta um diagrama em blocos, simplificado, das instalações e funções configuradas pelo sistema.

Para realizar o posicionamento geográfico ou no espaço fazendo uso do sistema da presente invenção, o processo de posicionamento da presente invenção apresenta as etapas a seguir apresentadas e que incluem, em uma etapa inicial, prover a primeira, a segunda e a terceira base fixa A, B, C e a plataforma espacial S, visível pelas ditas bases fixas e deslocando-se para posições sucessivas, em função do tempo, segundo uma trajetória não retilínea em relação ao alvo, por exemplo inclinada em relação ao eixo de giro da Terra, provendo um transmissor 1, operativamente associado a cada uma das partes de bases fixas A, B, C e da plataforma espacial S, de modo a emitir pulsos, em uma determinada frequência, cada um em um instante temporal de referência predeterminado; um receptor 2 operativamente associado a cada base fixa A, B, C e ao transmissor 1, de modo a receber ditos pulsos em uma trajetória cobrindo a distância entre a plataforma espacial S e a base fixa A, B, C associada ao receptor; e uma unidade de controle 3

operativamente conectada ao transmissor 1 e ao receptor 2, de modo a calcular, para cada instante de emissão de pulsos, cada aresta lateral de um tetraedro com três vértices definidos pelas três bases fixas A, B, C e com um

5 quarto vértice definido pela plataforma espacial S, a partir das diferenças de tempo de propagação de cada pulso entre a plataforma espacial S e uma correspondente base fixa A, B, C, de modo a permitir a determinação de uma respectiva extensão da trajetória da plataforma espacial S,

10 enquanto esta for visível pelas bases fixas A, B e C. O processo em questão, em uma opção construtiva, apresenta as etapas de prover, em cada base fixa: um respectivo relógio de precisão 4, sincronizando ditos relógios de precisão 4 entre si para uma mesma referência temporal

15 comum, sendo que o transmissor 1 é provido na primeira base fixa A, de modo a emitir pulsos, em uma determinada frequência, cada um em um instante temporal de referência predeterminado e contendo identificação da referida primeira base fixa A e do instante de tempo de emissão de

20 dito pulso, cada pulso sendo transmitido para todas as bases fixas A, B, C a partir de um dispositivo de comunicação 5 provido na plataforma espacial S.

Neste caso o processo apresenta ainda as etapas de: prover um receptor em cada uma das bases fixas A, B, C,

25 operativamente conectado ao transmissor 1; receber e transmitir, através de um dispositivo de comunicação 5, provido na plataforma espacial S; os ditos pulsos transmitidos pela primeira base fixa A; receber, na primeira, na segunda e na terceira base fixa A, B, C, o

30 pulso emitido pela primeira base fixa A e transmitido pelo dispositivo de comunicação 5; calcular as diferenças de tempo de cada pulso recebido na primeira, na segunda e na terceira bases fixas A, B, C com relação ao tempo de emissão de cada um deste emitido pela primeira base fixa A;

35 comparar ditas diferenças de tempo e informar estas à unidade de controle 3, através de um segundo dispositivo de comunicação de dados; determinar, na unidade de controle 6,

para cada instante de emissão de pulsos da primeira base fixa A, as ditas arestas laterais de um tetraedro com três vértices definidos pelas três bases fixas A, B, C e com um quarto vértice definido pela plataforma espacial S, a partir das diferenças de tempo entre o instante da emissão de um pulso da primeira base fixa A e sua recepção na primeira, na segunda e na terceira base fixa A, B, C, respectivamente.

De acordo com a presente invenção, dito processo inclui também as etapas de: prover um relógio de precisão 4 instalado em cada uma das primeira, da segunda e da terceira bases fixas A, B, C; sincronizar os tempos dos relógios de precisão 4 nas três bases fixas A, B, C para uma mesma referência temporal comum; transmitir, pela primeira base fixa A, pulsos contendo, cada um, uma informação codificada do instante de referência temporal de emissão de cada dito pulso e da identificação da dita primeira base fixa A; receber e transmitir, através de um dispositivo de comunicação 5, provido na plataforma espacial S, os ditos pulsos transmitidos pela primeira base fixa A; receber, na primeira, na segunda e na terceira base fixa A, B, C, o pulso emitido pela primeira base fixa A e transmitido pelo dispositivo de comunicação 5; calcular as diferenças de tempo de cada pulso recebido na primeira, na segunda e na terceira bases fixas A, B, C com relação ao tempo de emissão de cada um deste emitido pela primeira base fixa A; comparar ditas diferenças de tempo e informar estas à unidade de controle 3, através de um outro dispositivo de comunicação de dados; determinar, na unidade de controle 3, para cada instante de emissão de pulsos da primeira base fixa A, as arestas laterais de um tetraedro com três vértices definidos pelas três bases fixas A, B, C e com um quarto vértice definido pela plataforma espacial S, a partir das diferenças de tempo entre o instante da emissão de um pulso da primeira base fixa A e sua recepção na primeira, na segunda e na terceira base fixa A, B, C, respectivamente, de modo a permitir a determinação de uma

respectiva extensão da trajetória da plataforma espacial S, enquanto esta for visível pelas bases fixas.

O dispositivo de comunicação 5, provido na plataforma espacial S recebe e transmite os ditos pulsos transmitidos pela primeira base fixa A, os quais são recebidos na primeira, na segunda e na terceira base fixa A, B, C.

A diferença de tempo processada em cada base fixa é enviada a, por exemplo, uma unidade de controle remota, por um sistema qualquer de comunicações, juntamente com o código de cada base fixa.

Tais etapas processuais são realizadas também para o alvo P com posição a determinar, enviando os dados de diferenças de tempo $\Delta AP(t_1)$, respectivamente, a unidade de controle 3, por exemplo central, por um meio de comunicação, que recebe os pulsos com dados codificados identificando as bases fixas e o alvo P, bem como as quatro diferenças de tempo $\Delta AA(t_1)$, $\Delta AB(t_1)$, $\Delta AC(t_1)$ e $\Delta AP(t_1)$, necessárias para a determinação das três arestas do tetraedro, unindo os vértices das bases fixas à plataforma espacial S, bem como o segmento de reta entre a posição da plataforma espacial S e o alvo P com posição geográfica a determinar, mostrados nas Figuras 1, 2 e 3.

A unidade de controle 3 discrimina os pulsos, decodifica e processa os dados, conhecida a velocidade de propagação das ondas transmitidas, corrigindo para atrasos sistemáticos causados pelo transceptor a bordo da plataforma espacial S, de modo a permitir a determinação de uma respectiva extensão da trajetória da plataforma espacial S, enquanto esta for visível pelas bases fixas.

A unidade de controle 3 recebe os pulsos com dados codificados identificando as bases fixas e o alvo P, bem como as quatro diferenças de tempo $\Delta AB(t_1)$, $\Delta AC(t_1)$, $\Delta AA(t_1)$ e $\Delta AP(t_1)$ necessárias para a determinação das arestas do tetraedro unindo os vértices deste à plataforma espacial S, bem como o segmento de reta entre a plataforma espacial S e o alvo P, cujas coordenadas na superfície da Terra admitem todas as soluções sobre um círculo descrito

pela intersecção da extremidade do dito segmento de reta centrado no eixo unindo a plataforma espacial S ao centro O da Terra no instante t_1 , correspondendo a equação do lugar geométrico IC1 mostrado na Figura 3. Mais duas
5 determinações são realizadas, nos instantes t_2 e t_3 , de preferência muito próximos e na sequência ao primeiro instante, obtendo-se as equações dos lugares geométricos IC2 e IC3, mostrados na Figura 3, definindo univocamente as coordenadas do alvo P na superfície da Terra, com a
10 condição de que as projeções na superfície das posições da plataforma espacial S para os três instantes não estejam em uma reta.

Para posicionamento do alvo P acima da superfície ou no espaço é realizada uma quarta determinação no instante t_4 ,
15 de preferência em seguida e muito próximo a t_3 , determinando-se univocamente a posição do alvo P na intersecção comum das quatro esferas correspondentes aos lugares geométricos descritos em cada um dos quatro instantes sucessivos, com a condição de que as quatro
20 posições da plataforma espacial S não estejam numa reta.

Os cálculos para determinação das coordenadas do alvo P a partir de medidas em três ou quatro instantes diferentes, preferencialmente sucessivos, são realizados pela unidade de controle 3 usando formulações algébricas e geométricas
25 bem conhecidas, podendo fazer uso de quaisquer sistemas de coordenadas, adotando-se, por exemplo, a equação da superfície da Terra que melhor se aproxime da forma geoidal do planeta na região das medidas.

Os procedimentos aqui descritos determinam, ao mesmo tempo,
30 a trajetória da plataforma espacial S e a equação que descreve o seu movimento permitindo a possibilidade alternativa de determinação das coordenadas do alvo P usando apenas posições sucessivas da plataforma espacial S previstas pela equação descrevendo a trajetória, sem
35 necessitar operações com a segunda e a terceira base fixa B e C.

Para medidas de posicionamento fazendo uso de plataformas

espaciais S com trajetórias bem determinadas pelo processo aqui descrito, como por exemplo, em satélites artificiais, as bases fixas de referência no solo são utilizadas para as determinações iniciais da órbita do satélite e, posteriormente, para sua aferição, correção e atualização das efemérides. Adotando-se as equações de movimento da plataforma espacial S, as determinações de posição dos alvos 7 podem, em uma opção construtiva, ser calculadas em uma unidade de controle 3, central, prescindindo a utilização de um relógio de precisão 4 em cada alvo P, com a condição de que se conheçam os tempos gastos para o envio dos dados de ditos alvos 7 à unidade de controle 3. Conhecidos a trajetória e equação de movimento da plataforma espacial S, o processamento de dados e determinação de posição pode também ser realizados nos próprios alvos 7.

Dependendo das frequências, modulações e das potências utilizadas nas telecomunicações, em particular no transceptor a bordo da plataforma, e nos alvos com posição a determinar, o novo sistema e processo aqui descrito pode cobrir distâncias de centenas a milhares de quilômetros da plataforma espacial S, no espaço ou sobre a superfície da Terra. A cobertura geográfica pode ser ampliada com a adição de um número maior de bases fixas de referência no solo e de um número maior de plataformas espaciais S, separadas no espaço. Para uma plataforma em satélite com órbita baixa de 400 quilômetros acima da superfície da Terra, por exemplo, tem um horizonte máximo na superfície de aproximadamente 2000 quilômetros.

Estimativas sobre fontes de incertezas do novo método e processo indicam ser possível obter precisões da ordem ou inferiores a 10 metros, dependendo da precisão dos relógios utilizados, do conhecimento do raio de curvatura da Terra na região das medidas, da precisão das medidas da altitude do alvo P, do grau de correção dos atrasos de tempo causados pela eletrônica a bordo do transceptor no espaço. Com o bom conhecimento da trajetória da plataforma, ou da

órbita e equação de movimento quando se tratar de satélite artificial, as precisões poderão ser consideravelmente melhoradas com sucessivas e repetidas medidas.

Medidas sucessivas podem ser realizadas a cada operação completa do sistema, de acordo com a velocidade das ondas eletromagnéticas e a distância máxima dos alvos 7 acima do horizonte da plataforma espacial S. Para alvos 7 a uma distância média de 500 a 1000 quilômetros do satélite, por exemplo, uma operação completa pode tomar até 10 milésimos de segundo. Adicionando-se, por exemplo, mais 10 milésimos de segundo para possíveis atrasos sistemáticos na eletrônica envolvida e nos processamentos, pode-se prever pelo menos 600 determinações por minuto de tempo.

O novo sistema e processo de posicionamento geográfico e espacial poderão atender múltiplos alvos simultaneamente, fazendo uso de programas de comunicação digital e tecnologias conhecidas de circuitos eletrônicos de múltiplas entradas e múltiplas saídas, numa mesma ou em frequências de transmissão diferentes, e programas de discriminação e decodificação dos pulsos. Exemplos de telecomunicações pulsadas indicam possibilidade de atendimento simultâneo a centenas a milhares de alvos 7 ou usuários. O desenvolvimento ou aprimoramento destas tecnologias não é objeto de reivindicação.

Os transmissores, receptores, modems, relógios, eletrônica para múltiplas entradas e múltiplas saídas, discriminadores de códigos e pulsos, processadores digitais e seus programas básicos de utilização, constituem tecnologias disponíveis no mercado e não são objetos de reivindicação.

Existem aplicações alternativas para o novo sistema e processo de geolocalização, por transrecepção ou reflexão em plataformas espaciais S transportadas por balões e aviões, bem como por reflexão em anteparos naturais na alta atmosfera terrestre, tais como inhomogeneidades ionosféricas e trilhas ionizadas produzidas por meteoros, através de medidas em posições distintas no espaço, com a condição que a projeção na superfície dos seus

deslocamentos não seja retilíneo.

Diferentes faixas do espectro eletromagnético podem ser utilizadas nas transmissões dos dados, tanto em rádio, como no infra-vermelho, no visível, etc.

- 5 As comunicações entre as bases fixas de referência A, B, C e os alvos com o processador central podem alternativamente se fazer através de quaisquer tipos de enlaces tais como com fibras ópticas ou enlaces de telecomunicações em rádio. Os dados de posição podem ser processados imediatamente, em tempo real, ou muito após a realização das medidas.
- 10 Tendo em vista a simplicidade do novo sistema, requerendo tecnologia relativamente simples, e as várias alternativas para processamento e meios de comunicação de dados, o invento aqui descrito prevê expressiva redução de custos
- 15 nos investimentos, com uso de pequena plataforma transportando somente um transceptor, tecnologias de solo de pouca complexidade, e serviços autônomos, sem depender necessariamente de outros meios de telecomunicação, em comparação a outros sistemas fazendo uso de plataformas de
- 20 grande massa transportando instrumentação complexa para processamento a bordo e a distância, ou de múltiplas plataformas a grandes distâncias da Terra, com complexa instrumentação a bordo, todos estes dependendo de meios separados para telecomunicação dos dados de posição
- 25 calculados.

REIVINDICAÇÕES

1- Sistema de posicionamento geográfico e espacial, caracterizado pelo fato de compreender:

- uma primeira, uma segunda e uma terceira base fixa (A, B, C) com relação à Terra, distanciadas e desalinhadas entre si, cada uma tendo sua localização previamente conhecida;
 - uma plataforma espacial (S), visível pelas bases fixas (A, B, C) e deslocando-se para posições sucessivas, em função do tempo, segundo uma trajetória inclinada em relação ao eixo de giro da Terra;
 - um transmissor (1) operativamente associado a cada uma das partes de bases fixas (A, B, C) e à plataforma espacial (S), de modo a emitir pulsos, em uma determinada frequência, cada um em um instante temporal de referência predeterminado;
 - um receptor (2) operativamente associado a cada base fixa (A, B, C) e ao transmissor (1), de modo a receber ditos pulsos em uma trajetória cobrindo a distância entre a plataforma espacial (S) e a base fixa (A, B, C) associada ao receptor (2);
 - uma unidade de controle (3) operativamente conectada ao transmissor (1) e ao receptor (2), de modo a calcular, para cada instante de emissão de pulsos, as arestas laterais de um tetraedro com vértices definidos pelas três bases fixas (A, B, C) e pela plataforma espacial (S), a partir da determinação do tempo de propagação de cada pulso, na dita trajetória, entre a plataforma espacial e cada base fixa (A, B, C), de modo a permitir a determinação de uma respectiva extensão da trajetória da plataforma espacial (S), enquanto esta for visível pelas bases fixas (A, B, C).
- 2- Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o transmissor (1) ser instalado na primeira base fixa (A), de modo a emitir pulsos, em uma determinada frequência, cada um em um instante temporal de referência predeterminado e contendo identificação da referida primeira base fixa (A) e do instante de tempo de emissão de dito pulso, cada pulso sendo transmitido para todas as

bases fixas (A, B, C) a partir de um dispositivo de comunicação (5) provido na plataforma espacial (S).

3- Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender: um outro transmissor (1) instalado na segunda base fixa (B), de modo a emitir pulsos, em uma determinada frequência, cada um no mesmo instante temporal de referência predeterminado de cada pulso emitido pelo transmissor (1) provido na primeira base fixa (A) e contendo identificação da segunda base fixa (B) e do instante de tempo de emissão de dito pulso;

- um outro receptor (2) provido na terceira base fixa (C), de modo a receber e identificar os pulsos enviados pela segunda base fixa (B) e transmitidos pela plataforma espacial (S); sendo que a unidade de controle (3) calcula, para cada instante de emissão de pulsos da primeira e da segunda base fixa (A, B), as arestas laterais de um tetraedro com três vértices definidos pelas três bases fixas (A, B, C) e com um quarto vértice definido pela plataforma espacial (S), a partir das diferenças de tempo entre o instante da emissão de um pulso da primeira base fixa (A) e sua recepção nesta, na segunda e na terceira base fixa (B, C), respectivamente e da diferença de tempo entre a emissão do pulso da segunda base fixa (B) e sua recepção na terceira base fixa (C), de modo a permitir a determinação de uma respectiva extensão da trajetória da plataforma espacial (S), enquanto esta for visível pelas bases fixas.

4- Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a unidade de controle (3) ser operativamente conectada à segunda e à terceira bases fixas (B, C) através de um respectivo outro meio de comunicação provido em cada uma de ditas bases fixas (B, C).

5- Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a unidade de controle (3) ser operativamente conectada às bases fixas (A, B, C).

6- Sistema, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de cada uma das primeira, segunda e terceira

bases fixas (A, B, C) ser provida com uma respectiva unidade de controle (3), ditas unidades de controle (3) definindo os outros dispositivos de comunicação e estando operativamente conectadas a uma outra unidade de controle (3) remota àquelas das referidas bases fixas (A, B, C).

7- Sistema, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de o dispositivo de comunicação (5) ser um transceptor.

8- Sistema, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de compreender, em cada base fixa (A, B, C) um respectivo relógio de precisão (4), ditos relógios de precisão (4) sendo sincronizados entre si.

9- Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender, em um alvo (P), de posição geográfica a ser determinada e em relação ao qual a plataforma espacial (S) é visível:

- um receptor (2) recebendo os pulsos emitidos pelo transmissor (1), retransmitidos pela plataforma espacial (S) e estando operativamente conectado à unidade de controle (3); sendo que dita unidade de controle (3) calcula um segmento de reta unindo, ao alvo (P), o quarto vértice de tetraedro, de modo a permitir a determinação da posição do dito alvo (P) através da intersecção sucessiva de múltiplos lugares geométricos esféricos (LE), cada um sendo representado por uma esfera, sendo que pelo menos três de ditas esferas apresentam centro na plataforma espacial (S) e raio correspondente ao segmento de reta definido entre dita plataforma espacial (S) e o alvo (P) em um determinado instante, sendo o número de intersecções de lugares geométricos esféricos (LE) aqueles suficientes para determinar um único ponto representativo da posição do alvo (P).

10- Sistema, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de os lugares geométricos esféricos (LE) serem suficientes para definir um círculo na primeira intersecção, dois pontos neste círculo na segunda

intersecção e um único ponto no espaço na terceira intersecção.

11- Sistema, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de pelo menos um lugar geométrico esférico (LE) apresentar centro coincidente com o centro (O) da Terra.

12- Sistema, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a unidade de controle (3) calcular, para cada pulso consecutivo da primeira base fixa (A), um respectivo lugar geométrico esférico (LE) e sua intersecção circular (IC) na superfície da Terra, dita unidade de controle (3) calculando, para cada três pulsos consecutivos, a respectiva intersecção circular (IC) sobre a superfície da Terra, ditas intersecções circulares (IC) interceptando-se de modo a definir uma única posição geométrica do alvo (P) sobre a superfície da Terra.

13- Sistema, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de, para cada respectivo lugar geométrico esférico (LE) e sua intersecção circular (IC) na superfície da Terra, a unidade de controle (3) utilizar, para cada pulso consecutivo da primeira base fixa (A), um respectivo pulso consecutivo da segunda base fixa (B).

14- Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de as bases fixas (A, B, C) estarem na superfície da Terra.

15- Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a unidade de controle (3) calcular, a partir das diferenças de tempo de propagação de cada pulso entre a plataforma espacial e uma correspondente base fixa (A, B, C), para pulsos consecutivos, a equação de movimento da plataforma espacial (S).

16- Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a unidade de controle (3) calcular, para pulsos consecutivos transmitidos pela primeira base fixa (A), a equação de movimento da plataforma espacial (S).

17- Sistema, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de a unidade de controle (3) calcular, para

pulsos consecutivos transmitidos pela primeira base fixa (A) e pela segunda base fixa (B), a equação de movimento da plataforma espacial (S).

18- Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 16 e 17, caracterizado pelo fato de a unidade de controle (3) calcular a posição de cada alvo (P) a partir da equação de movimento da plataforma espacial (S).

19- Sistema, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de o alvo ser provido com uma unidade de controle (3) calculando a posição de dito alvo a partir da equação de movimento da plataforma espacial (S).

20- Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de incluir um relógio de precisão (4) no alvo (P).

21- Sistema, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de o dispositivo de comunicação (5) utilizar ondas de rádio.

22- Processo de posicionamento geográfico e espacial, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

a- prover uma primeira, uma segunda e uma terceira base fixa (A, B, C) com relação à Terra, distanciadas e alinhadas entre si, cada uma tendo sua localização previamente conhecida;

b- prover uma plataforma espacial (S), visível pelas bases fixas (A, B, C) e deslocando-se para posições sucessivas, em função do tempo, segundo uma trajetória inclinada em relação ao eixo de giro da Terra;

c- prover um transmissor (1), operativamente associado a cada uma das partes de bases fixas (A, B, C) e de plataforma espacial (S), de modo a emitir pulsos, em uma determinada frequência, cada um em um instante temporal de referência predeterminado;

d- prover um receptor (2) operativamente associado a cada base fixa (A, B, C) e ao transmissor (1), de modo a receber ditos pulsos em uma trajetória cobrindo a distância entre a plataforma espacial (S) e a base fixa (A, B, C) associada ao receptor (2);

e- prover uma unidade de controle (3) operativamente conectada ao transmissor (1) e ao receptor (2), de modo a calcular, para cada instante de emissão de pulsos, cada aresta lateral de um tetraedro com três vértices definidos pelas três bases fixas (A, B, C) e com um quarto vértice definido pela plataforma espacial (S), a partir das diferenças de tempo de propagação de cada pulso entre a plataforma espacial e uma correspondente base fixa (A, B, C), de modo a permitir a determinação de uma respectiva extensão da trajetória da plataforma espacial (S), enquanto esta for visível pelas bases fixas.

23- Processo, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de, na etapa "a", o transmissor (1) ser instalado na primeira base fixa (A), de modo a emitir pulsos, em uma determinada frequência, cada um em um instante temporal de referência predeterminado e contendo identificação da referida primeira base fixa (A) e do instante de tempo de emissão de dito pulso, cada pulso sendo transmitido para todas as bases fixas (A, B, C) a partir de um dispositivo de comunicação (5) provido na plataforma espacial (S), dito processo incluindo as etapas adicionais de:

- transmitir, pela primeira base fixa (A), pulsos contendo, cada um, uma informação codificada do instante de referência temporal de emissão de cada dito pulso e da identificação da dita primeira base fixa (A);
- receber e transmitir, através de um dispositivo de comunicação (5), provido na plataforma espacial (S), os ditos pulsos transmitidos pela primeira base fixa (A);
- receber, na primeira, na segunda e na terceira base fixa (A, B, C), o pulso emitido pela primeira base fixa (A) e transmitido pelo dispositivo de comunicação (5);
- calcular as diferenças de tempo de cada pulso recebido na primeira, na segunda e terceira bases fixas (A, B, C) com relação ao tempo de emissão de cada um deste emitido pela primeira base fixa (A);

- comparar ditas diferenças de tempo e informar estas à unidade de controle (3), através de um segundo dispositivo de comunicação de dados;

5 - determinar, na unidade de controle (3), para cada instante de emissão de pulsos da primeira base fixa (A), as ditas arestas laterais de um tetraedro com três vértices definidos pelas três bases fixas (A, B, C) e com um quarto vértice definido pela plataforma espacial (S), a partir das diferenças de tempo entre o instante da emissão de um pulso da primeira base fixa (A) e sua recepção na primeira, na
10 segunda e na terceira base fixa (A, B, C), respectivamente.

24- Processo, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de incluir as etapas de:

15 - prover um relógio de precisão (4) instalado em cada uma da primeira, da segunda e da terceira bases fixas (A, B, C), ditos relógios de precisão (4) sendo sincronizados entre si;

20 - prover um outro transmissor instalado na segunda base fixa (B), de modo a emitir pulsos, em uma determinada frequência, cada um em um mesmo instante temporal de referência predeterminado de um pulso emitido pelo transmissor (1) e contendo identificação da segunda base fixa (B) e do instante de tempo de emissão de dito pulso;

25 - sincronizar os tempos dos relógios de precisão (4) nas três bases fixas (A, B, C) para uma mesma referência temporal comum;

30 - transmitir, pela primeira base fixa (A), pulsos contendo, cada um, uma informação codificada do instante de referência temporal de emissão de cada dito pulso e da identificação da dita primeira base fixa (A);

35 - transmitir, pela segunda base fixa (B), pulsos contendo, cada um, uma informação codificada do instante de referência temporal de emissão de cada dito pulso no instante de emissão de cada pulso da primeira base fixa (A) e da identificação da dita segunda base fixa (B);

- receber e transmitir, através de um dispositivo de comunicação (5), provido na plataforma espacial (S), os

ditos pulsos transmitidos pela primeira e pela segunda base fixa (A, B, C);

- receber, na segunda e na terceira base fixa (B, C), o pulso emitido pela primeira base fixa (A) e transmitido pelo dispositivo de comunicação (5);

- receber, na terceira base fixa (C), o pulso emitido pela segunda base fixa (B) e transmitido pelo dispositivo de comunicação (5);

- calcular as diferenças de tempo de cada pulso recebido na segunda e terceira bases fixas (B, C) com relação ao tempo de emissão de cada um deste emitido pela primeira base fixa (A);

- calcular as diferenças de tempo de cada pulso recebido na terceira base fixa (C) com relação ao tempo de emissão de cada um destes emitido pela segunda base fixa (B);

- comparar ditas diferenças de tempo e informar estas à unidade de controle (6), através de um segundo dispositivo de comunicação de dados;

- determinar, na unidade de controle (3), para cada instante de emissão de pulsos da primeira e da segunda base fixa (A, B), as arestas laterais de um tetraedro com três vértices definidos pelas três bases fixas (A, B, C) e com um quarto vértice definido pela plataforma espacial (S), a partir das diferenças de tempo entre o instante da emissão de um pulso da primeira base fixa (A) e sua recepção na segunda e na terceira base fixa (B, C), respectivamente e da diferença de tempo entre a emissão do pulso da segunda base fixa (B) e sua recepção na terceira base fixa (C), de modo a permitir a determinação de uma respectiva extensão da trajetória da plataforma espacial (S), enquanto esta for visível pelas bases fixas.

25- Processo, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de compreender as etapas adicionais de:

- prover, em um alvo (P), um receptor (2) operativamente associado ao transmissor (1), de modo a receber ditos pulsos em uma trajetória cobrindo a distância entre a

plataforma espacial (S) e dito alvo (P) e à unidade de controle (3); sendo que dita unidade de controle (3) calcula um segmento de reta unindo, ao alvo (P), a plataforma espacial (S), de modo a permitir a determinação da posição do dito alvo (P) através da intersecção sucessiva de múltiplos lugares geométricos esféricos (LE), cada um sendo representado por uma esfera, sendo que pelo menos três de ditas esferas apresentam centro na plataforma espacial (S) e raio correspondente ao segmento de reta definido entre dita plataforma espacial (S) e o alvo (P) em um determinado instante, sendo o número de intersecções de lugares geométricos esféricos (LE) aqueles suficientes para determinar um único ponto representativo da posição do alvo (P).

26- Processo, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de incluir as etapas adicionais de calcular, pela unidade de controle (3):

- a intersecção de cada dois lugares geométricos esféricos (LE1, LE2) sucessivos, de modo a definir uma primeira intersecção circular (IC1) nesta intersecção;

- a intersecção de um terceiro lugar geométrico esférico (LE3) com a primeira intersecção circular (IC1), de modo a definir uma segunda intersecção circular (IC2);

- a intersecção da segunda intersecção circular (IC2) com a primeira intersecção circular (IC1), de modo a definir dois pontos de localização;

- a intersecção de um quarto lugar geométrico esférico com a segunda intersecção circular (IC2), de modo a definir uma terceira intersecção circular (IC3) interceptando um dos dois pontos de localização.

27- Processo, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de um dos lugares geométricos esféricos ter centro coincidente com o centro (O) da Terra e os demais lugares geométricos esféricos terem centro na plataforma espacial (S).

28- Processo, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de incluir uma etapa de calcular,

na unidade de controle (3), para pulsos consecutivos transmitidos pela primeira base fixa (A), a equação de movimento da plataforma espacial (S).

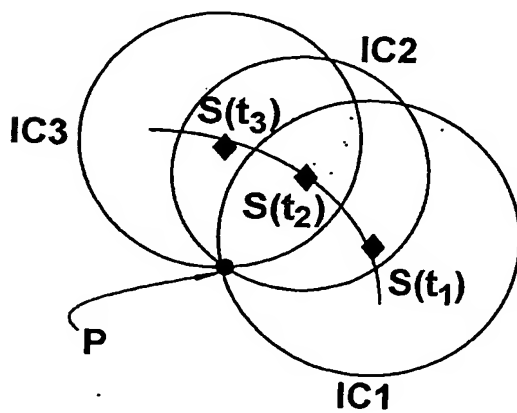
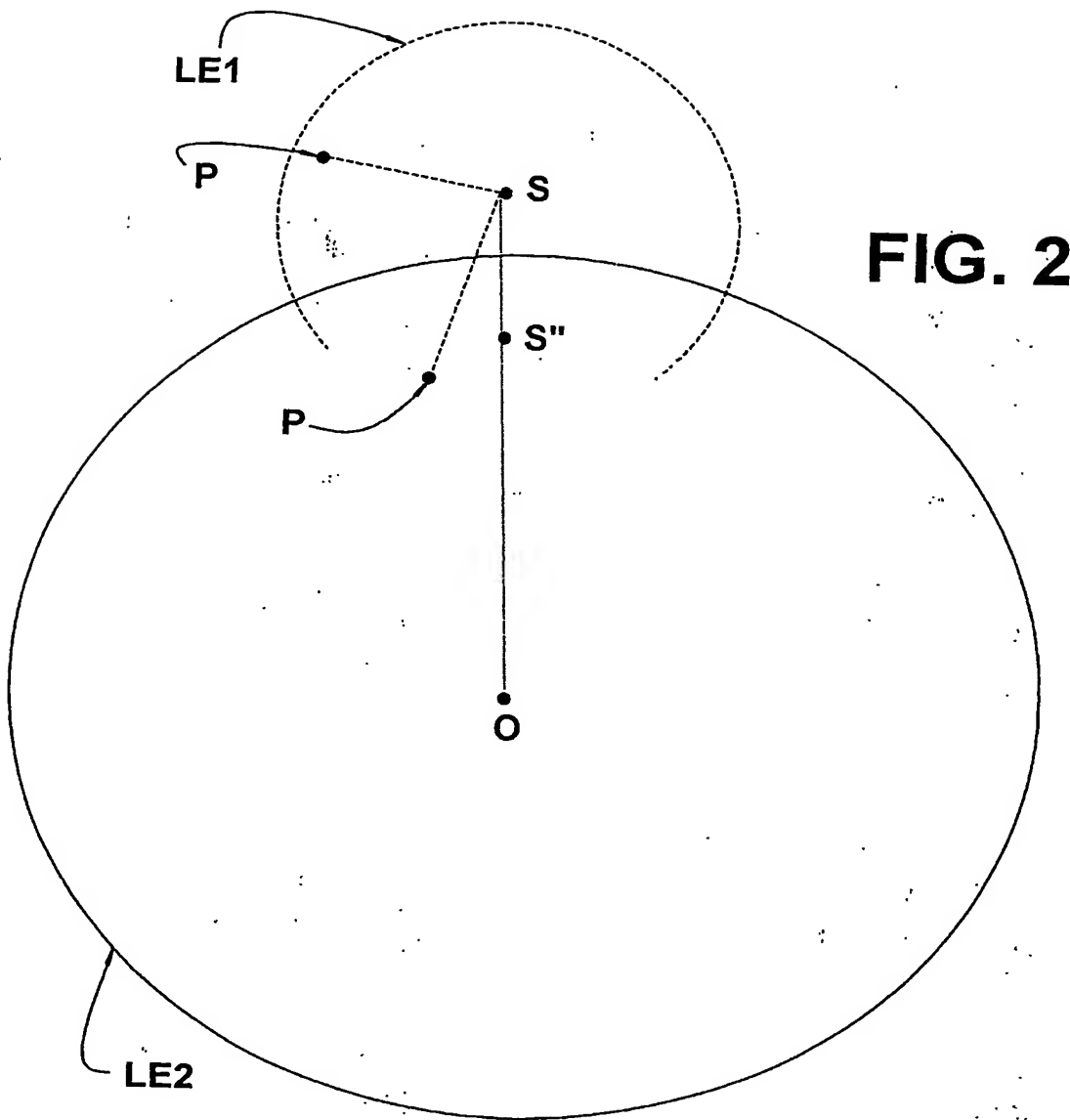
29- Processo, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de incluir uma etapa de calcular, na unidade de controle (3), para pulsos consecutivos transmitidos pela primeira base fixa (A) e pela segunda base fixa (B), a equação de movimento da plataforma espacial (S).

30- Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 28 e 29, caracterizado pelo fato de incluir uma etapa de calcular, na unidade de controle (3), a posição de cada alvo (P) a partir da equação de movimento da plataforma espacial (S).

31- Processo, de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de incluir uma etapa de prover, em cada alvo (P), uma unidade de controle (3) calculando a posição de dito alvo (P), a partir da equação de movimento da plataforma espacial (S).

32- Processo, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de incluir uma etapa de prover um relógio de precisão (4) em cada alvo (P).

33- Processo, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de incluir etapas de correção de atrasos nos tempos de transmissão dos pulsos pelo dispositivo de comunicação (5).



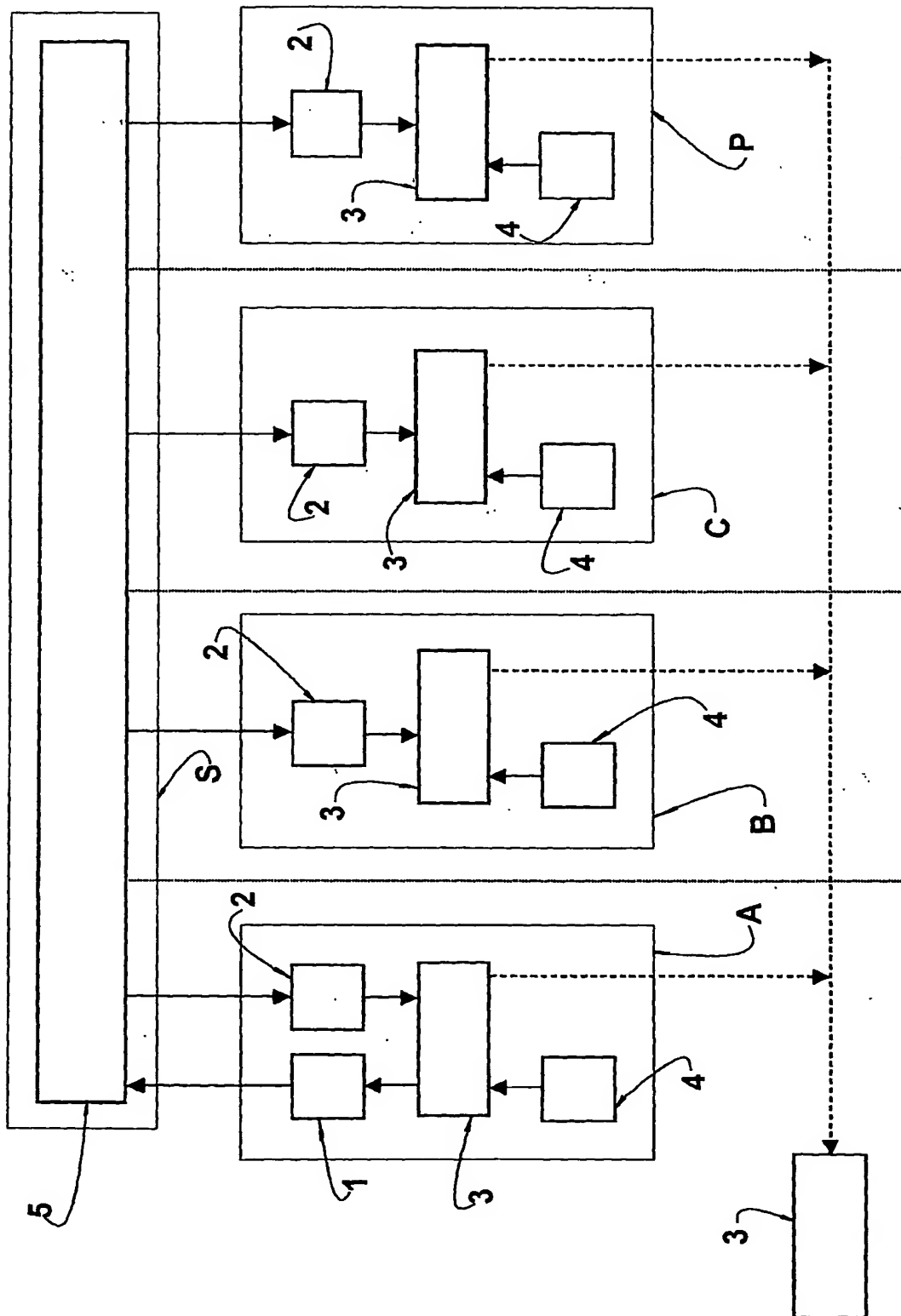


FIG. 4

2

RESUMO

"SISTEMA E PROCESSO DE POSICIONAMENTO GEOGRÁFICO E ESPACIAL", compreendendo: uma primeira, uma segunda e uma terceira base fixa (A, B, C) com relação à Terra, 5 distanciadas e desalinhadas entre si; uma plataforma espacial (S), visível pelas bases fixas (A, B, C); pelo menos um alvo (P) na superfície da Terra ou acima dela; um transmissor (1) operativamente associado a cada uma das partes de bases fixas (A, B, C) e à plataforma espacial 10 (S), de modo a emitir pulsos, em uma determinada frequência, cada um em um instante temporal de referência predeterminado; um receptor (2) operativamente associado a cada base fixa (A, B, C), a cada alvo (P) e ao transmissor (1), de modo a receber ditos pulsos em uma trajetória 15 cobrindo a distância entre a plataforma espacial (S) e a base fixa (A, B, C) associada ao receptor (2); uma unidade de controle (3) operativamente conectada ao transmissor (1) e ao receptor (2), de modo a calcular, para cada instante de emissão de pulsos, as arestas laterais de um tetraedro 20 com vértices definidos pelas três bases fixas (A, B, C) e pela plataforma espacial (S), a partir da determinação do tempo de propagação de cada pulso, na dita trajetória, entre a plataforma espacial e cada base fixa (A, B, C), de modo a permitir a determinação de uma respectiva extensão da trajetória da plataforma espacial (S), enquanto esta for 25 visível pelas bases fixas (A, B, C), determinando, ao mesmo tempo, sua equação de movimento, facultando opções de cálculo de posições do alvo (P) na unidade de controle e no próprio alvo (P).

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/BR04/000190

International filing date: 04 October 2004 (04.10.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: BR
Number: PI 0303968-4
Filing date: 08 October 2003 (08.10.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 16 November 2004 (16.11.2004)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse